



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONISA PADA  
PHOTOVOLTAIC SKALA KECIL**

**Febri Arnolfianto  
15.12.001**

**Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industry  
Institute Teknologi Nasional Malang  
September 2019**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK  
MEREDUKSI HARMONISA PADA PHOTOVOLTAIC  
SKALA KECIL**

Febri Arnolfianto  
15.12.001

Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**Fakultas Teknologi Industry**  
**Institute Teknologi Nasional Malang**  
**September 2019**



PT Bina Pendidikan dan Aset  
BINA TEKNOLOGI NASIONAL

**PERKUMPULAN PENDIDIK/PENKIBIRAN UNIVERSITAS TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bawangan Suguh-guruh No. 2 Telp. (0441) 554411 Jember, Pas. 66161 | 5528100000 60161  
Kampus II : Jl. Pajay-Gemeng, Km 2 Telp. (0341) 417636 Pas. 66161 | 417636 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Fehri Arnoldianto  
NIM : 1512001  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018/2019  
Judul : APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK  
MEREDUKSI HARMONISA PADA  
PHOTVOLTAIC SKALA KECIL

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Strata Satu (S-1)  
pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 8 Agustus 2019  
Nilai : 75,25 (B-)

Ketua Majelis Penguji

Dr. Ir. Idris Ikhsan Sulistawati, ST, MT  
NIP. 197706152005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Samwirata, ST, MT  
NIP.P. 1030100361

Panitia Ujian Skripsi  
Anggota Penguji

Penguji I

Arwan Ulukrisnanto, ST, MT, Ph.D  
NIP. 19560301 200501 1 002

Penguji II

Ir. Widodo Pudi Muljanto, MT  
NIP. Y. 1028700171







PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGAL MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Rampok I : J. Benuang Sigung-gura No. 2 Telp. (0341) 851431 (Pusat), Fax. (0341) 853013 Malang 65145  
Rampok II : J. Raya Karanglo, Km. 2 Telp. (0341) 417838 Fax. (0341) 417834 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

NAMA : Febri Arnolfianto  
NIM : 1512001  
Program Studi : Teknik Elektro (S-1)  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018/2019  
Judul : APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONISA PADA PHOTOVOLTAIC SKALA KECIL

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 16 September 2019	1. Sesuaikan simulasi dengan pengukuran, ganti simulasi dengan motor 1 fasa	}
	2. Desain filter pasif nilai L dan C yang digunakan	
	3. Halaman 1: dibagian pendahuluan, solar panel dan harmonisa (revisi)	
	4. Setiap Persamaan diberi nomor persamaan	

Disetujui,  
Dosen Penguji I

(Awan Uji Krismanto, ST, MT, Ph.D)  
NIP. 19800301 200501 1 002

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
NIP. Y. 1018500108







PT. IN (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

**PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**


Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Pusat), Fax. (0341) 552015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karangsari, Km 2 Telp. (0341) 417630 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

NAMA : Febri Arnolfianto  
NIM : 1512001  
Program Studi : Teknik Elektro (S-1)  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2018/2019  
Judul : APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONISA PADA PHOTOVOLTAIC SKALA KECIL

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 16 September 2019		

Disetujui,  
Dosen Penguji II

  
**(Ir. Widodo Puji Muljanto, MT)**  
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

  
**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE**  
NIP. Y. 1018500108







**LEMBAR PENGESAHAN**  
**APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK**  
**MEREDUKSI HARMONISA PADA PHOTOVOLTAIC**  
**SKALA KECIL**

**SKRIPSI**

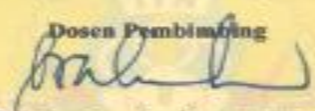
Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan  
guna mencapai gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh:


**Febri Arnolianto**  
**NIM 1512001**

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing

  
**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lemi, MSEE**  
**NIP. Y. 1018500108**

Mengetahui :  
**Ketua Program Studi Teknik Elektro S1**

  
**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT,**  
**NIP.P. 1030100361**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**SEPTEMBER 2019**



## **SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS**

**Yang bertanda tangan dibawah ini :**

Nama : Febri Arnolfianto  
NIM : 1512001  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : Aplikasi Low Pass Filter Untuk Mereduksi Harmonisa Pada PhotoVoltaic Sekala Kecil.

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah karya sendiri tidak merupakan plagiasi dan karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali di cantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan perundang - undangan yang berlaku.

Malang, September 2019

Yang membuat pernyataan



**Febri Arnolfianto**  
NIM 1512001

**[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]**

# APLIKASI LOW PASS FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONISA PADA PHOTOVOLTAIC SKALA KECIL

Febri Arnolfianto  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
febryarnolfianto@gmail.com

## ABSTRAK

Dewasa ini kita sudah bisa melihat perkembangan listrik dengan energi surya telah meningkat, salah satunya yaitu sel surya (*photovoltaic*) dapat kita lihat banyaknya panel-panel surya yang terpasang di jalanan. Dapat kita ketahui bahwa semakin banyaknya modul sel surya yang terhubung ke jaringan utilitas. Dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya biasanya menggunakan konverter untuk mengubah arus dc yang dihasilkan sel surya ke arus ac, sistem kontrol pada photovoltaic ini menggunakan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) 800 Watt untuk memaksimalkan daya yang di serap pada photovoltaic. itu berarti akan terjadi harmonisa dalam sistem maka di butuhkan *Low Pass filter* untuk mereduksi harmonisa pada beban. sebelum melakukan pemasangan dilakukan simulasi sistem menggunakan *software PSCAD*. karena timbulnya harmonisa dapat merusak peralatan listrik yaitu beban motor 1 fasa maka dari itu harus melakukan pemasangan *Low Pass Filter*.

**Kata Kunci—** *Photovoltaic, Maximum Power Point Tracking, Low Pass Filter.*

**[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]**

# APPLICATION OF LOW PASS FILTERS TO REDUCE HARMONIA IN SMALL PHOTOVOLTAIC SCALE

Febri Arnolfianto  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
febryarnolfianto@gmail.com

## ABSTRACT

*Nowadays we can see the development of electricity with solar energy has increased, one of which is solar cells (photovoltaic) we can see the number of solar panels installed on the streets. We can know that more and more solar cell modules are connected to the network utility. In a solar power generation system usually uses a converter to convert dc currents produced by solar cells to ac currents, the control system in this photovoltaic uses 800 Watt MPPT (Maximum Power Point Tracking) to maximize absorbed power in photovoltaic. That means there will be harmonics in the system, then a Low Pass filter is needed to reduce harmonics in the load. Before installing, a system simulation is used using PSCAD software.*

***Keyword — Photovoltaic, Maximum Power Point Tracking, Low Pass Filter.***

**[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kepada Allah SWT karena atas berkah dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang . Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis,
2. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lom, MSEE., selaku Dosen Pembimbing yang bisa selalu membimbing dengan baik
3. Awan Uji Krismanto ST. MT. PhD., atas arahan dan bimbingannya,
4. Teman-teman Elektro angkatan 2015 yang selalu memsupport satu sama lain.
5. Seluruh asisten laboratorium TDDE (brianca, sodiq, ,stevan,imam dan deki ) atas penyediaan tempat untuk mengerjakan skripsi.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, September 2019

Penulis

**[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	5
2.2 Teori Kerja <i>Photovoltaic</i> .....	7
2.3 Teknik pemasangan panel surya .....	9
2.4 MPPT ( <i>Maximum Power Point Tracking</i> ) .....	10
2.5 Harmonisa .....	11
2.6 Filter Passive .....	13
2.7 Sumber-Sumber harmonisa .....	14
2.8 Low pass Filter LC .....	15
2.9 Baterai .....	16
2.10 Inverter DC ke AC .....	18
2.11 Transformator .....	20
2.12 <i>Buck-Boost Converter</i> .....	23
2.13 <i>Solar Charge Controller</i> .....	24
2.14 Diagram Sirkuit <i>Solar Charge Controller</i> .....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1 Metode Penelitian .....	27
3.2 Flow Chart Simulasi dan Aplikasi <i>Low Pass Filter</i> .....	28
3.3 Algoritma Simulasi pada <i>Software PSCAD</i> .....	29
3.4 Data-data Sistem <i>Photovoltaic Off Grid</i> .....	29
BAB IV SIMULASI DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Pemodelan <i>Single Line Diagram Photovoltaic Off Grid</i> dengan Menggunakan Software PSCAD EMTDC .....	33
4.2 Simulasi Sistem Kontrol <i>Maximum Power Point Tracking</i> Menggunakan Software PSCAD .....	33
4.3 Simulasi Harmonisa pada PSCAD .....	37

4.4	Pengujian Kontrol <i>Maximum Power Point Tracking</i> .....	42
4.5	Pengujian Harmonisa Menggunakan Alat ukur Kiyoritsu KEW-6315 Power Quality Analyzer Sebelum dan Sesudah melakukan pemasangan <i>Low Pass Filter</i> .....	46
4.6	Pengujian Grafik Gemlombang Sinusoidal Tegangan dan Arus Menggunakan Alat ukur Kiyoritsu KEW-6315 Power Quality Analyzer .....	50
BAB V .....		53
PENUTUP.....		53
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....		55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 1 rangkaian sel surya (photovoltaic).....	5
Gambar 2.1 2 Single Line Diagram Sistem Photovoltaic.....	6
Gambar 2.2 1 Model Photovoltaic.....	7
Gambar 2.2 2 Arus dan Daya diubah Oleh Tegangan.....	8
Gambar 2.3 1 Sel surya (Photovoltaic).....	9
Gambar 2.4 1 Karakteristik Sel Surya.....	10
Gambar 2.5 1 Bentuk Gelombang Harmonisa.....	11
Gambar 2.5 2 Gelombang dasar, harmonisa, dan gelombang terdistorsi .....	12
Gambar 2.7 1 Gelombang Beban Linear dan Non Linear.....	14
Gambar 2.8 1 Rangkaian filter pasif pelewat rendah LC.....	15
Gambar 4.1 1 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Photovoltaic Of Grid.....	33
Gambar 4.2 1 Rangkaian Kontrol MPPT PSCAD.....	34
Gambar 4.2 2 Tampilan Daya Sel Surya.....	35
Gambar 4.2 3 Tampilan Tegangan Output Sel Surya .....	35
Gambar 4.2 4 Tampilan Tegangan DC Input Inverter .....	36
Gambar 4.3 1 Gelombang arus pada motor 1 fasa.....	37
Gambar 4.3 2 Hasil Simulasi Diagram Bar Harmonisa pada motor 1 fasa .....	38
Gambar 4.3 3 hasil simulasi Gelombang harmonisa pada motor 1 fasa	38
Gambar 4.3 4 Hasil Simulasi harmonisa setelah Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa.....	39
Gambar 4.3 5 Hasil Simulasi Diagram Bar harmonisa setelah Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa.....	40
Gambar 4.3 6 Hasil Simulasi Gelombang harmonisa setelah Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa .....	40
Gambar 4.3 7 Hasil Simulasi Diagram Bar Tegangan Harmonisa pada motor 1 fasa.....	41
Gambar 4.3 8 hasil simulasi Gelombang harmonisa pada motor 1 fasa	42
Gambar 4.4 1 Tampilan Tegangan dan Arus Photovoltaic Pukul 12.00... .....	42

Gambar 4.4 2 Tampilan Tegangan dan Arus Beban .....	43
Gambar 4.4 3 Single Line Diagram MPPT .....	45
Gambar 4.5 1 Hasil pengukuran Tegangan (V) harmonisa sebelum Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa .....	46
Gambar 4.5 2 Hasil pengukuran Tegangan (V) harmonisa sesudah Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa .....	47
Gambar 4.5 3 Hasil pengukuran Arus (I) harmonisa sebelum Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa .....	48
Gambar 4.5 4 Hasil pengukuran Arus (I) harmonisa sesudah Pemasangan low pass filter pada motor 1 fasa .....	49
Gambar 4.6 1 Hasil pengukuran Gelombang Tegangan (V) pada motor 1 fasa .....	50
Gambar 4.6 2 Hasil pengukuran Gelombang Arus (I) pada motor 1 fasa .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Standar Distorsi Harmonisa Tegangan Berdasarkan Standar IEEE-519.....	13
Tabel 2 Standar Distorsi Harmonisa Arus berdasarkan Standar IEEE-519 .....	13
Tabel 3 Data Modul Sel Surya .....	29
Tabel 4 Data Sistem Kontrol Photovoltaic .....	30
Tabel 5 Data Spesifikasi Low Pass Filter LC.....	30
Tabel 6 Data Beban Photovoltaic.....	31
Tabel 7 Perbandingan pemasangan Low Pass Filter .....	41
Tabel 8 Data Hasil Penelitian Photovoltaic Off Grid.....	44

**[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]**



